

## TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION DE L'ENREGISTREMENT  
D'UN CHANGEMENT(règle 92bis.1 et  
instruction administrative 422 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

KHAIRALLAH, Murielle  
Compagnie Financière Alcatel  
30, avenue Kleber  
F-75516 Paris  
FRANCE

Date d'expédition (jour/mois/année) 26 mars 2002 (26.03.02)	NOTIFICATION IMPORTANTE
Référence du dossier du déposant ou du mandataire PB/VG/015732	
Demande internationale no PCT/FR01/02530	Date du dépôt international (jour/mois/année) 02 août 2001 (02.08.01)

1. Les renseignements suivants étaient enregistrés en ce qui concerne:	
<input type="checkbox"/> le déposant	<input type="checkbox"/> l'inventeur <input checked="" type="checkbox"/> le mandataire <input type="checkbox"/> le représentant commun
Nom et adresse BALLOT, Paul Cabinet Ballot 7, rue Le Sueur F-75116 Paris FRANCE	Nationalité (nom de l'Etat) Domicile (nom de l'Etat)
	no de téléphone 01 40 67 11 99
	no de télécopieur 01 45 01 98 28
	no de téléimprimeur
2. Le Bureau international notifie au déposant que le changement indiqué ci-après a été enregistré en ce qui concerne:	
<input checked="" type="checkbox"/> la personne <input checked="" type="checkbox"/> le nom <input checked="" type="checkbox"/> l'adresse <input type="checkbox"/> la nationalité <input type="checkbox"/> le domicile	
Nom et adresse KHAIRALLAH, Murielle Compagnie Financière Alcatel 30, avenue Kleber F-75516 Paris FRANCE	Nationalité (nom de l'Etat) Domicile (nom de l'Etat)
	no de téléphone 01 40 67 64 12
	no de télécopieur 01 40 67 63 22
	no de téléimprimeur
3. Observations complémentaires, le cas échéant:	
4. Une copie de cette notification a été envoyée:	
<input checked="" type="checkbox"/> à l'office récepteur	<input checked="" type="checkbox"/> aux offices désignés concernés
<input type="checkbox"/> à l'administration chargée de la recherche internationale	<input type="checkbox"/> aux offices élus concernés
<input type="checkbox"/> à l'administration chargée de l'examen préliminaire international	<input type="checkbox"/> autre destinataire:

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse	Fonctionnaire autorisé: Jean-Marc VIVET (Fax 338.87.40)
no de télécopieur (41-22) 740.14.35	no de téléphone (41-22) 338.83.38

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## PCT

### RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>PB/VG/015732</b>	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après	
Demande internationale n°  <b>PCT/FR 01/ 02530</b>	Date du dépôt international(jour/mois/année)  <b>02/08/2001</b>	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année)  <b>04/08/2000</b>
Déposant  <b>ALCATEL</b>		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

**1. Base du rapport**

a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

b. En ce qui concerne **les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le **titre**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrégé**,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

☐ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure **des dessins** à publier avec l'abrégé est la Figure n°

☒ suggérée par le déposant.

☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

4

☐ Aucune des figures n'est à publier.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
FR 01/02530

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H01S5/14

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	UENISHI Y ET AL: "TUNABLE LASER DIODE USING A NICKEL MICROMACHINED EXTERNAL MIRROR" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 32, no. 13, 20 juin 1996 (1996-06-20), pages 1207-1208, XP000965745 ISSN: 0013-5194 cité dans la demande	1-7, 19
A	le document en entier --- -/--	10-17

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 janvier 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

25/01/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Claessen, L

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	BABA T ET AL: "A NOVEL SHORT-CAVITY LASER WITH DEEP-GRATING DISTRIBUTED BRAGG REFLECTORS" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PUBLICATION OFFICE JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, JP, vol. 35, no. 2B, 1 février 1996 (1996-02-01), pages 1390-1394, XP000701047 ISSN: 0021-4922	1-7, 19
A	page 1390, colonne de gauche, ligne 25-30; figure 1	20-22
A	US 5 363 397 A (TIWARI SANDIP ET AL) 8 novembre 1994 (1994-11-08) colonne 7, ligne 1-15	1
A	US 4 839 308 A (FYE DONALD M) 13 juin 1989 (1989-06-13) colonne 4, ligne 52-65	1-22
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 02, 30 janvier 1998 (1998-01-30) & JP 09 260768 A (NIPPON TELEGR & AMP; TELEPH CORP & LT; NTT & GT;), 3 octobre 1997 (1997-10-03) abrégé	1
A	"EMBEDDED SEMICONDUCTOR LASER WITH ANTI-REFLECTION COATINGS" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, US, IBM CORP. NEW YORK, vol. 34, no. 5, 1 octobre 1991 (1991-10-01), pages 141-142, XP000189657 ISSN: 0018-8689 le document en entier	1, 6-9, 19-22
A	HOEFLING E ET AL: "EDGE-EMITTING GAINAS-AIGAAS MICROLASERS" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 11, no. 8, août 1999 (1999-08), pages 943-945, XP000860958 ISSN: 1041-1135 alinéa '00II!	1, 6-9, 19-22

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

/FR 01/02530

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5363397	A	08-11-1994	JP	2534444 B2		18-09-1996
			JP	6224521 A		12-08-1994
US 4839308	A	13-06-1989	US	4726030 A		16-02-1988
JP 09260768	A	03-10-1997	NONE			

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
14 février 2002 (14.02.2002)

PCT

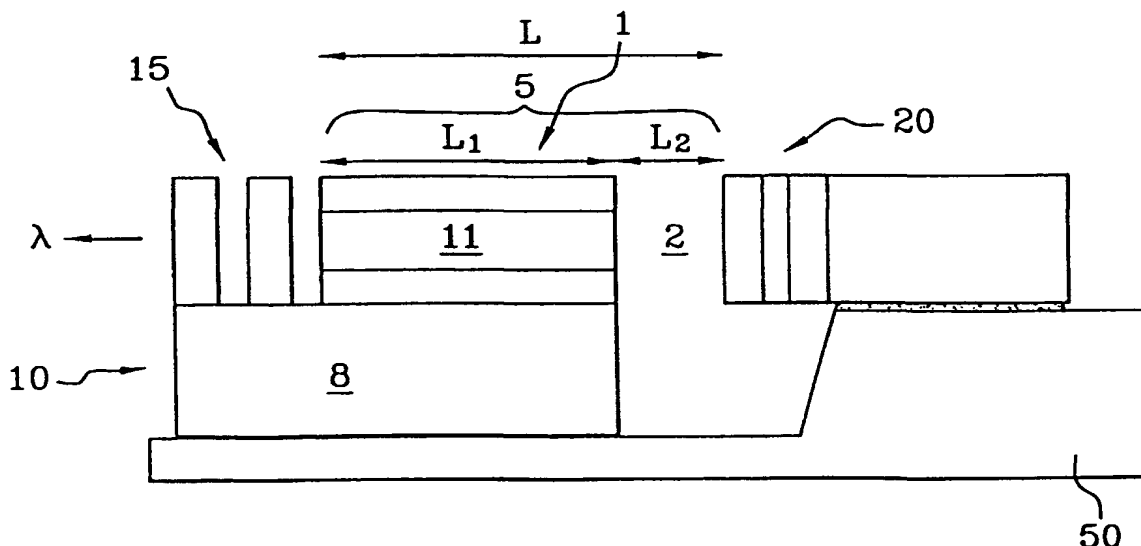
(10) Numéro de publication internationale  
WO 02/13335 A2

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : H01S (72) Inventeur; et  
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : JACQUET,  
(21) Numéro de la demande internationale : Joël [FR/FR]; 33, rue de Hurepoix, F-91470 Limours (FR).  
PCT/FR01/02530  
(22) Date de dépôt international : 2 août 2001 (02.08.2001) (74) Mandataire : BALLOT, Paul; Cabinet Ballot, 7, rue Le  
Sueur, F-75116 Paris (FR).  
(25) Langue de dépôt : français (81) États désignés (national) : JP, US.  
(26) Langue de publication : français (84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, CH,  
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,  
(30) Données relatives à la priorité : SE, TR).  
00/10366 4 août 2000 (04.08.2000) FR  
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ALCA- Publiée :  
TEL [FR/FR]; 54, rue de La Boétie, F-75008 Paris (FR). — sans rapport de recherche internationale, sera republiée  
dès réception de ce rapport

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: EDGE-EMITTING SEMICONDUCTOR TUNABLE LASER

(54) Titre : LASER ACCORDABLE EN SEMI-CONDUCTEUR A EMISSION PAR LA TRANCHE



(57) Abstract: The invention concerns an edge-emitting semiconductor tunable laser (10) comprising a resonant cavity delimited by two reflectors (15, 20) one of which is fixed (15) and the other mobile (20), said cavity consisting of a first active gain section (1) with length  $L_1$  and a second tunable section of length  $L_2$ . The invention is characterised in that the total length of the cavity  $L = L_1 + L_2$  is not more than 20  $\mu\text{m}$ .

(57) Abrégé : L'invention concerne un laser accordable (10) en semi-conducteur à émission par la tranche comportant une cavité résonante délimitée par deux réflecteurs (15, 20) dont un est fixe (15) et l'autre mobile (20), ladite cavité étant composée d'une première section (1) active à gain d'une longueur  $L_1$  et d'une deuxième section (2) de longueur  $L_2$  accordable, caractérisé en ce que la longueur totale de la cavité  $L = L_1 + L_2$  est inférieure ou égale à 20  $\mu\text{m}$ .

WO 02/13335 A2



*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

## LASER ACCORDABLE EN SEMI-CONDUCTEUR A EMISSION PAR LA TRANCHE

La présente invention concerne un laser accordable en semi-conducteur à émission par la tranche, comportant une cavité laser de longueur réduite de manière à éviter les sauts de mode.

On utilise couramment des diodes lasers comme sources accordables dans le cadre d'applications à la transmission optique de données. Dans un tel contexte, il est important de parvenir à une grande accordabilité, c'est à dire une grande gamme de longueur d'onde d'émission du laser, sans craindre les sauts de mode qui nuisent à la qualité de la transmission optique.

Le graphe de la figure 1 illustre à cet effet l'accordabilité d'un laser « standard » DBR (Distributed Bragg Reflector, pour laser à réflecteur de Bragg). Ce graphe donne la longueur d'onde d'émission du laser en nm en fonction du courant de commande en mA appliqué sur l'électrode de la section d'accord du laser. Le courant de commande fait varier le nombre de porteurs dans la couche active de la section d'accord et influe sur la longueur d'onde d'émission du laser. En général, la section de gain d'un laser DBR présente une longueur comprise entre 300 et 900  $\mu\text{m}$ . On constate que pour une accordabilité de  $\Delta\lambda = 17$  nm, le laser émet 35 modes différents.

De tels sauts de mode sont également inévitables lorsque l'on utilise un laser accordable « standard » associé à une technologie d'accordabilité connue sous le terme de MEM pour « Micro-Electro-Mécanique ». Une telle technique consiste à faire varier la longueur de

la cavité résonante du laser. En effet, il a été établi qu'en faisant varier la longueur  $L$  de la cavité laser, on fait varier la longueur d'onde d'émission  $\lambda$  du laser. La variation de la longueur  $L$  est de l'ordre de la variation de la longueur d'onde  $\lambda$ .

Un tel laser est illustré, par exemple, dans la publication "Tunable laser diode using a nickel micromachined external mirror" de Y.Uenishi, K.Honma et S.Nagaoka parue dans Electronics letters du 20 Juin 1996, Vol 32, No 13.

Les figures 2a et 2b schématisent un tel laser standard accordable MEM. La diode laser 10 comporte une cavité délimitée par deux réflecteurs, un fixe et un mobile. La diode laser 10 a une longueur d'environ 300  $\mu\text{m}$  et présente un miroir fixe, clivé par exemple, à l'avant. C'est la variation de la longueur de la cavité qui permet d'accorder le laser. Pour cela, un miroir 20, en Nickel, est placé à l'arrière de la diode laser 10 montée sur une embase 50 afin de faire varier la longueur de la cavité résonante par une commande électrique micro-mécanique 25. Une accordabilité de 20 nm a pu être obtenue avec une précision de 0.01 nm. Néanmoins, le graphe de la figure 2b montre clairement que cette accordabilité n'est pas continue mais présente de nombreux sauts de modes.

Or, les sauts de mode doivent être évités dans les applications aux systèmes de communication optiques denses. Ces systèmes comportent généralement des multiplexeurs en longueur d'onde connus sous le terme anglais de « Wavelength Division Multiplexing » pour WDM. Des lasers accordables sont souvent associés à ces systèmes WDM dont la densité ne cesse d'augmenter.

Il existe également sur le marché de nombreux autres lasers accordables qui peuvent être principalement regroupés en quatre familles.

Les lasers accordables connus sous le terme anglo-saxon de « Distributed Feedback Lasers » (DFB). L'accordabilité de ces lasers est contrôlée par la température. Leur puissance de sortie est importante, 30 à 40 mW environ, mais leur accordabilité est limitée à seulement 2 nm, ce qui n'est pas assez pour une application aux systèmes WDM.

Les lasers dits « à cavité externe » comportent un mécanisme d'accordabilité constitué d'un élément optique massif externe tel qu'un filtre ou un réseau par exemple. Ces lasers sont cependant trop chers et massifs pour être implémentés dans des réseaux de télécommunication WDM. De plus, leur fiabilité n'est pas démontrée.

Les lasers multi-sections proposent de réaliser l'accordabilité au moyen de commandes électriques appliquées à différentes sections, qui peuvent être constituées de DFB, de DBR, de SG-DBR (Sample Grating DBR, pour DBR à réseaux échantillonnés), ou de lasers sensibles à la température. Ces lasers permettent d'obtenir une bonne accordabilité, d'environ 15 à 50 nm, avec une puissance de sortie correcte, d'environ 5 à 20 mW, bien que ces valeurs dépendent essentiellement des types de lasers utilisés pour chaque section. Les lasers multi-section sont cependant complexes à mettre en œuvre et à paramétrer, et on connaît mal leur tenue au vieillissement.

La quatrième famille de lasers accordables concerne les lasers à émission verticale par la surface connus sous le terme de VCSEL pour « Vertical Cavity

Surface Emitting Laser », en association avec la technique MEM.

Un tel laser est décrit dans la publication "2mW CW single mode operation tunable 1550 nm vertical cavity emitting laser with 50 nm tuning range" de D.Vakhshoori, P.Tayebati, Chih-Cheng Lu, M.Azimi, P.Wang, Jiang-Huai Zhou et E. Canoglu parue dans Electronics Letters du 27 mai 1999, Vol.35, No 11. Une illustration en est donnée sur la figure 3.

Un tel laser 10 comporte un substrat 8 (InP par exemple) et une région active 11 traversant la cavité encadrée par deux réflecteurs, un fixe 28 et un mobile 25. Le miroir mobile est commandé électriquement par une membrane suspendue 26 permettant de faire varier la longueur de la cavité de manière à accorder la longueur d'onde d'émission du laser.

Un tel laser comporte cependant des limitations technologiques. D'une part quant à la fiabilité et la résistance de la membrane 26 qui commande le miroir mobile 25, et d'autre part quant au procédé de fabrication qui nécessite un amincissement du substrat 8 par une gravure sélective au niveau de la cavité.

En outre, le gain élevé nécessaire pour obtenir un effet laser dans une cavité si petite (de longueur inférieure à 1  $\mu\text{m}$ ), les pertes optiques importantes liées à la diffraction, ainsi que l'élévation de la température de la jonction due à une mauvaise dissipation obligent à recourir à une source de pompage optique, ce qui complique l'assemblage de ce laser et accroît son coût.

L'objectif de la présente invention est de résoudre les inconvénients de l'art antérieur.



A cet effet, l'invention propose un laser accordable présentant une accordabilité d'environ 30 nm en continu qui soit facile à réaliser, à implémenter et à contrôler. Le laser selon l'invention, a émission par la tranche, présente des pertes optiques au seuil acceptables pour une accordabilité importante sans sauts de mode.

La présente invention concerne plus particulièrement un laser accordable en semi-conducteur à émission par la tranche comportant une cavité résonante délimitée par deux réflecteurs dont un est fixe et l'autre mobile, ladite cavité étant composée d'une première section active à gain d'une longueur  $L_1$  et d'une deuxième section de longueur  $L_2$  accordable, caractérisé en ce que la longueur totale de la cavité  $L = L_1 + L_2$  est inférieure ou égale à 20  $\mu\text{m}$ .

Selon une caractéristique, la longueur  $L_1$  de la section active est comprise entre 5 et 12  $\mu\text{m}$ .

Selon une autre caractéristique, la longueur  $L_2$  de la section accordable dépend de l'accordabilité du laser selon la relation suivante:

$$\Delta\lambda + 1 = \lambda^2 / 2(n_1 L_1 + n_2 L_2)$$

Avec  $\Delta\lambda$  l'accordabilité du laser,

$\lambda$  la longueur d'onde d'émission du laser,

$n_1$ ,  $n_2$  les indices de réfraction respectifs de la première et deuxième section de la cavité laser.

Selon une particularité, le laser présente une accordabilité  $\Delta\lambda$  en continue supérieure ou égale à 30nm.

Selon une caractéristique, les deux réflecteurs, fixe et mobile, ont chacun une réflectivité supérieure ou égale à 90%.

Selon une caractéristique, le réflecteur fixe est un miroir gravé qui se situe sur la face avant de la section active.

5 Selon les modes de réalisation, le miroir gravé du réflecteur fixe est une alternance de semi-conducteur et d'air ou une alternance de polymère et d'air ou une alternance de semi-conducteur et de polymère.

Selon une autre caractéristique, la face arrière de la section active comporte un traitement antireflet.

10 Selon une autre caractéristique, le réflecteur mobile est un miroir externe à la cavité laser.

Selon les modes de réalisation, le réflecteur mobile est en silicium gravé ou en nickel ou en diélectrique déposé sur du silicium.

15 Selon une particularité, le réflecteur mobile est contrôlé par une commande micro-électro-mécanique (MEM)

Selon un mode de réalisation, la section accordable est une zone d'air.

20 Selon un autre mode de réalisation, la section accordable est une zone de gaz.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un laser accordable en semi-conducteur à émission par la tranche, caractérisé en ce qu'il  
25 comporte les étapes suivantes:

- réalisation d'une puce laser comportant au moins un substrat et une couche active constituée d'un milieu à gain, la longueur  $L_1$  du milieu à gain étant comprise entre 5 et 12  $\mu\text{m}$ ,  
30
- réalisation d'un miroir gravé fixe sur la face avant de la puce laser,
- report de la puce laser sur une embase,

- réalisation d'un réflecteur mobile sur l'embase à l'arrière de la puce laser.

Selon un premier mode de mise en œuvre, la réalisation du miroir gravé comporte les étapes suivantes:

5

- gravure de la couche active de la puce laser,
- dépôt d'un polymère dans la zone gravée,
- gravure du polymère pour constituer un miroir.

10

Selon un deuxième mode de mise en œuvre, la réalisation du miroir gravé comporte les étapes suivantes:

15

- gravure de la couche active de la puce laser,
- reprise d'épitaxie dans la zone gravée par un semi-conducteur non dopé transparent à la longueur d'onde d'émission,
- gravure du semi-conducteur non dopé transparent pour constituer un miroir.

20

Selon un troisième mode de mise en œuvre, la réalisation du miroir gravé comporte en outre une étape de dépôt d'un polymère dans les gravures du semi-conducteur non dopé transparent.

25

L'invention permet astucieusement de réaliser un laser à émission par la tranche dont la cavité est suffisamment courte pour éviter les sauts de mode sur une grande accordabilité tout en limitant les pertes optiques au seuil.

30

Les lasers à émission par la tranche sont en outre plus faciles à réaliser et implémenter que les lasers à émission verticale par la surface.

De plus, l'accordabilité à l'aide d'une technologie MEM est simple à contrôler et stable dans le temps et aux conditions de température extérieure.

5 D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui suit donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et faite en référence aux figures dans lesquelles:

- 10 - La figure 1, déjà décrite, est un graphe de la longueur d'onde d'émission d'un laser standard DBR en fonction du courant de commande.
- La figure 2a, déjà décrite, est un schéma d'un laser standard associé à la technologie connue MEM selon l'art antérieur.
- 15 - La figure 2b, déjà décrite, est un graphe de la longueur d'onde d'émission du laser de la figure 2a en fonction de la tension de commande.
- 20 - La figure 3 est une vue schématique en coupe d'un laser MEM-VCSEL de l'art antérieur.
- La figure 4 est une vue schématique en coupe du laser accordable selon l'invention.
- La figure 5 est un graphe du gain du matériau de la section active en fonction de la longueur d'onde d'émission du laser selon l'invention.
- 25 - La figure 6 est un graphe de la longueur d'onde d'émission du laser selon l'invention en fonction de la tension de commande.
- 30

La description qui suit concerne un laser accordable monomode permettant une accordabilité de sa longueur d'onde d'émission d'environ 30 nm en continu.

Le laser selon l'invention, illustré sur la figure 4, présente une cavité 5 de longueur L délimitée par deux réflecteurs 15 et 20.

Selon l'invention, la cavité 5 se décompose en deux sections, une première section 1 active à gain comportant une couche active 11 d'une longueur  $L_1$  et d'une deuxième section 2 de longueur  $L_2$  accordable. Selon une caractéristique essentielle de l'invention, la longueur totale de la cavité  $L = L_1 + L_2$  est inférieure ou égale à 20  $\mu\text{m}$ . On parlera par la suite d'une section active 1 et d'une section accordable 2 de la cavité 5.

Les systèmes optiques WDM nécessitent typiquement une accordabilité  $\Delta\lambda$  en continue d'au moins 30nm. En d'autres termes, il est nécessaire que l'espacement entre deux modes résonants soit au minimum de 30 nm.

Or, cet espacement  $\Delta\lambda$  entre deux modes résonants (Fabry-Perot) est donné par la relation suivante:

$$\Delta\lambda = \lambda^2 / 2(n_g * L)$$

Avec  $n_g$  l'indice effectif du guide d'onde et  $\lambda$  la longueur d'onde d'émission du laser.

Cela conduit à la relation sur L, la longueur de la cavité,  $L < \lambda^2 / 2(n_g * \Delta\lambda)$ .

Ainsi, par exemple, pour  $\lambda = 1.55\mu\text{m}$ ,  $n_g = 3.3$  (indice du guide 11 en InP si on considère que la deuxième section est de l'air) et  $\Delta\lambda = 30\text{nm}$ , on obtient  $L < 12\mu\text{m}$ .

Cette condition sur la longueur totale L de la cavité 5 dépend fortement des conditions de fabrication, d'émission et de l'accordabilité recherchée.

Préférentiellement, on réalise une puce laser de manière à ce que la longueur  $L_1$  de la section active 1 soit comprise entre 5 et 12  $\mu\text{m}$ .

La longueur  $L_2$  de la section accordable 2 dépend alors de l'accordabilité souhaitée selon la relation suivante:

$$\Delta\lambda = \lambda^2 / 2(n_1L_1 + n_2L_2)$$

5 Avec  $\Delta\lambda$  l'accordabilité du laser,  
 $\lambda$  la longueur d'onde d'émission du laser,  
 $n_1, n_2$  les indices de réfraction respectifs de la première et deuxième section de la cavité laser.

10 Cette relation exprime que la cavité laser est définie de telle manière qu'il n'y ait qu'un mode résonnant sur la plage d'accordabilité  $\Delta\lambda$ . Une conséquence de cette relation est le fonctionnement monomode du laser.

15 Sur la figure 5, on a reporté le gain du matériau  $g$  de la section active 1 en fonction de la longueur d'onde d'émission du laser  $\lambda$ . La relation utilisée est la suivante :

$$g = g_0 + 2.66 \Delta\lambda - 0.247(\Delta\lambda)^2 - 0.00171(\Delta\lambda)^3$$

20 Si on considère un mode résonant au maximum de la courbe du gain (point A à 1545nm), les modes secondaires doivent se situer à 30nm (points B et C). Or, le gain matériau pour ces point B et C est inférieur à  $-250\text{cm}^{-1}$  alors qu'il est de  $+6\text{cm}^{-1}$  pour le  
25 mode principal au point A. On peut donc affirmer que le laser aura une émission sur un seul mode puisqu'un critère généralement admis pour qualifier un laser monomode est d'avoir une différence de gain de  $5\text{cm}^{-1}$  seulement entre le mode principal et les modes  
30 « secondaires ».

Si on considère un cas moins favorable avec deux modes résonants proches des extrémités de la bande d'accordabilité (points D à 1530 nm et E à 1560 nm), le laser pourrait avoir un fonctionnement bimode en

oscillant sur ces deux modes étant donné la faible différence de gain matériau entre les deux. Afin d'éviter un tel fonctionnement il suffit de générer une variation de gain d'au moins  $5\text{cm}^{-1}$  et d'éloigner les modes résonants de 1 nm supplémentaire pour un composant accordable sur 30 nm (d'après la relation  $g(\lambda)$  précédemment décrite). En toute rigueur, l'équation d'accordabilité précédente doit donc s'écrire :  $\Delta\lambda + 1 = \lambda^2 / 2(n_1L_1 + n_2L_2)$

10

Le problème que doit résoudre l'invention consiste alors à réaliser une cavité aussi petite ( $L_1$  comprise entre 5 et 12  $\mu\text{m}$ ) pour un laser à émission par la tranche.

15

En effet, la cavité 5 est délimitée par deux réflecteurs 15 et 20. Or, sur une section active 1 de longueur  $L_1$  comprise entre 5 et 12  $\mu\text{m}$ , il n'est pas possible de réaliser un miroir fixe 15 par la technique classique du clivage qui comporte une précision de l'ordre de  $\pm 5\mu\text{m}$ .

20

La technique connue de l'empilement de Bragg, utilisée pour réaliser des miroirs sur la surface de composants comme les VCSELs, n'est pas applicable à la réalisation de miroirs sur la tranche de composants comme les lasers à émission par la tranche qui nous concernent.

25

Le réflecteur fixe 15 doit donc être un miroir gravé. Plusieurs techniques sont alors envisageables.

30

Une première technique consiste à réaliser une gravure de la couche active 11 de la diode laser 10 jusqu'au substrat 8, puis à procéder à une reprise d'épitaxie, également connue sous le terme anglais de "butt coupling" dans un matériau non actif transparent à la longueur d'onde d'émission du laser dans lequel on

peut graver le miroir 15. Le matériau utilisé pour la recroissance épitaxiale est préférentiellement de l'InP non dopé (indice 3.17). Une gravure, sèche ou humide selon les techniques connues, est alors réalisée dans le semi-conducteur épitaxié pour créer un miroir réfléchissant.

Une deuxième technique consiste à réaliser une gravure de la couche active 11 de la diode laser 10 jusqu'au substrat 8, puis à procéder à un dépôt de polymère, par exemple du benzocyclobutène (BCB) que l'on grave pour obtenir un miroir réfléchissant.

Ces deux techniques peuvent également être combinées dans une troisième, en réalisant un dépôt de polymère dans les gravures du semi-conducteur épitaxié afin d'avoir une alternance semi-conducteur - polymère au lieu d'une alternance semi-conducteur - air ou d'une alternance polymère - air.

Selon une particularité de l'invention, les deux réflecteurs, le fixe 15 et le mobile 20, présentent chacun une réflectivité  $R$  supérieure ou égale à 90% afin de compenser la faible longueur  $L_1$  de la section active 1. En effet, la condition au seuil du laser s'exprime par la relation suivante :  $\alpha = 1/L_1 \log(1/R)$ .

Selon l'invention, le miroir mobile 20 est associé à une commande MEM dont la mise en œuvre a été décrite précédemment.

Ce miroir mobile 20 peut être réalisé selon diverses techniques connues, telles qu'une gravure anisotropique sur silicium ou un micro-polissage sur du Nickel ou un dépôt de diélectrique sur silicium.

La puce laser 10 est reportée sur une embase 50, en silicium par exemple, et le miroir mobile 20 est fixé



sur cette embase 50 de manière à être placé en vis à vis de la face arrière de la puce 10 pour compléter la cavité 5. La face arrière de la puce 10 comporte avantageusement un revêtement antireflet.

5 L'accordabilité du laser dépend fortement des matériaux utilisés dans sa fabrication puisqu'ils déterminent les indices de réfraction.

La section active 1 de la cavité 5 est constituée du milieu à gain de la couche active 11. Il peut  
10 s'agir, par exemple, d'un matériau massif tel que InGaAsP, InGaAs, InGaAlAs ou d'une structure à puits quantiques préférentiellement contraints.

La section accordable 2 de la cavité est de l'air, ou un gaz pour une application à des détecteurs de gaz  
15 par exemple, la présence d'un gaz modifiant l'indice de réfraction de la section accordable et modifiant ainsi la longueur d'onde d'émission du laser.

Le graphe de la figure 6 illustre bien  
20 l'accordabilité continue du laser selon l'invention. La variation de la longueur d'onde d'émission du laser est directement liée à la variation de la longueur  $L_2$  de la section accordable 2 de la cavité 5 du laser. Cette variation de la longueur  $L_2$  est elle même liée au carré  
25 de la tension de commande appliquée au MEM.

Les relations suivantes ont pu être établies :

$$\Delta\lambda = 2 \Delta L_2$$

$$\text{avec } \Delta L_2 = k \cdot V^2$$

et k une constante dont la valeur a été déterminée  
30 à 0.8 nm/V<sup>2</sup>.

## REVENDICATIONS

1. Laser accordable (10) en semi-conducteur à émission par la tranche comportant une cavité résonante délimitée par deux réflecteurs (15, 20) dont un est fixe (15) et l'autre mobile (20), ladite cavité étant  
5 composée d'une première section (1) active à gain d'une longueur  $L_1$  et d'une deuxième section (2) de longueur  $L_2$  accordable, caractérisé en ce que la longueur totale de la cavité  $L = L_1 + L_2$  est inférieure ou égale à 20  $\mu\text{m}$ .
- 10 2. Laser accordable selon la revendication 1, caractérisé en ce que la longueur  $L_1$  de la section active (1) est comprise entre 5 et 12  $\mu\text{m}$ .
- 15 3. Laser accordable selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que la longueur  $L_2$  de la section accordable (2) dépend de l'accordabilité du laser selon la relation suivante:
- $$\Delta\lambda + 1 = \lambda^2 / 2(n_1 L_1 + n_2 L_2)$$
- Avec  $\Delta\lambda$  l'accordabilité du laser,  
20  $\lambda$  la longueur d'onde d'émission du laser,  
 $n_1, n_2$  les indices de réfraction respectifs de la première et deuxième section de la cavité laser.
- 25 4. Laser accordable selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il présente une accordabilité  $\Delta\lambda$  en continue supérieure ou égale à 30nm.

5. Laser accordable selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les deux réflecteurs, fixe (15) et mobile (20), ont chacun une réflectivité supérieure ou égale à 90%.

5

6. Laser accordable selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le réflecteur fixe (15) est un miroir gravé.

10

7. Laser accordable selon la revendication 6, caractérisé en ce que le miroir gravé du réflecteur fixe (15) est une alternance de semi-conducteur et d'air.

15

8. Laser accordable selon la revendication 6, caractérisé en ce que le miroir gravé du réflecteur fixe (15) est une alternance de polymère et d'air.

20

9. Laser accordable selon la revendication 6, caractérisé en ce que le miroir gravé du réflecteur fixe (15) est une alternance de semi-conducteur et de polymère.

25

10. Laser accordable selon l'une des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que le réflecteur fixe (15) se situe sur la face avant de la section active (1).

30

11. Laser accordable selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la face arrière de la section active (1) comporte un traitement antireflet.

12. Laser accordable selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le

réflecteur mobile (20) est un miroir externe à la cavité laser.

13. Laser accordable selon la revendication 12, caractérisé en ce que le réflecteur mobile (20) est en silicium gravé.

14. Laser accordable selon la revendication 12, caractérisé en ce que le réflecteur mobile (20) est en nickel.

15. Laser accordable selon la revendication 12, caractérisé en ce que le réflecteur mobile (20) est en diélectrique déposé sur silicium.

16. Laser accordable selon l'une des revendications 12 à 15, caractérisé en ce que le réflecteur mobile (20) est contrôlé par une commande micro-électromécanique (MEM).

17. Laser accordable selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que la section accordable (2) est une zone d'air.

18. Laser accordable selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que la section accordable (2) est une zone de gaz.

19. Procédé de fabrication d'un laser accordable en semi-conducteur à émission par la tranche selon les revendications 1 à 18, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes:

- réalisation d'une puce laser (10) comportant au moins un substrat (8) et une couche

- active (11) constituée d'un milieu à gain, la longueur  $L_1$  du milieu à gain étant comprise entre 5 et 12  $\mu\text{m}$ ,
- réalisation d'un miroir gravé fixe (15) sur la face avant de la puce laser (10),
  - report de la puce laser (10) sur une embase (50),
  - réalisation d'un réflecteur mobile (20) sur l'embase (50) à l'arrière de la puce laser (10).

20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que la réalisation du miroir gravé (15) comporte les étapes suivantes:

- gravure de la couche active de la puce laser,
- dépôt d'un polymère dans la zone gravée,
- gravure du polymère pour constituer un miroir.

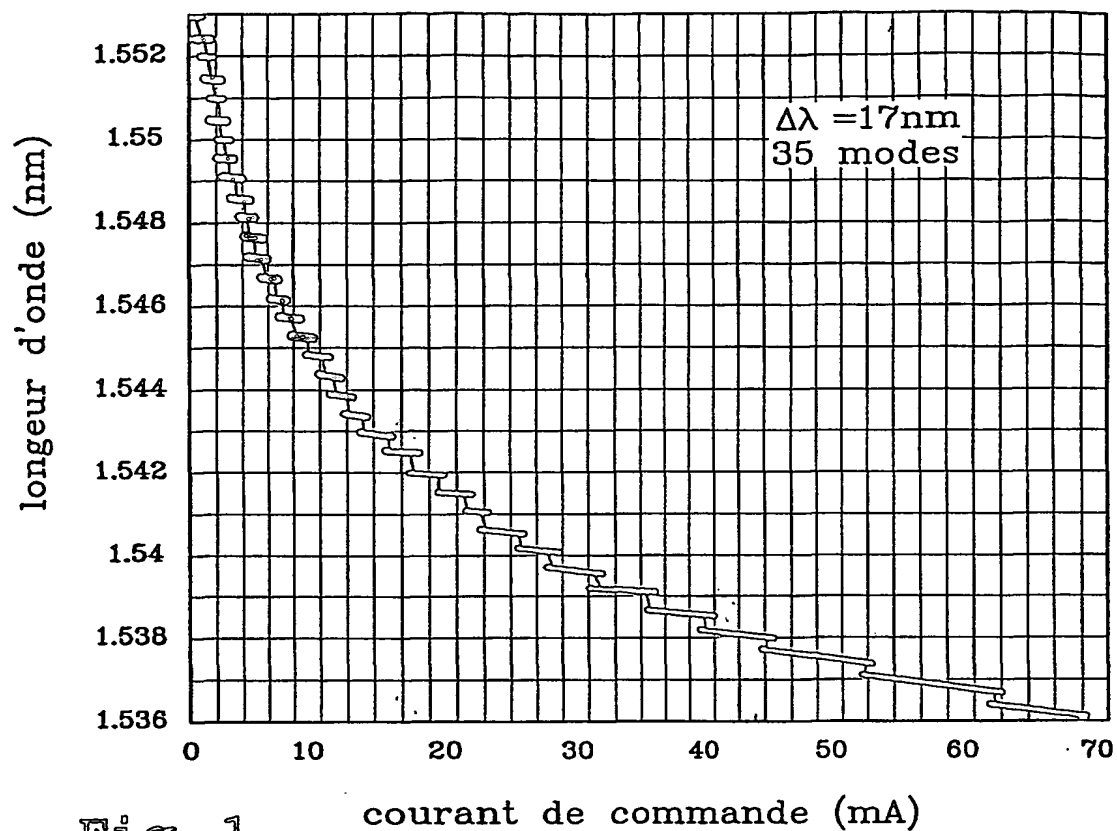
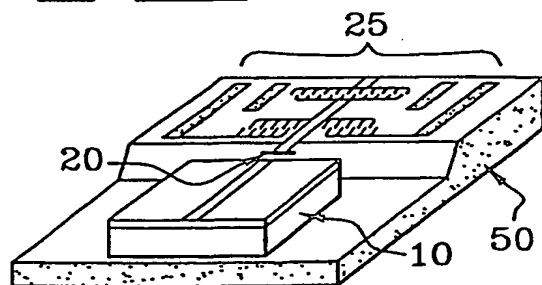
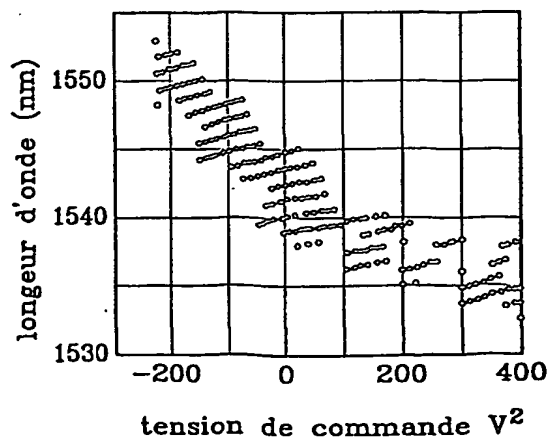
21. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que la réalisation du miroir gravé (15) comporte les étapes suivantes:

- gravure de la couche active de la puce laser,
- reprise d'épitaxie dans la zone gravée par un semi-conducteur non dopé transparent à la longueur d'onde d'émission,
- gravure du semi-conducteur non dopé transparent pour constituer un miroir.

22. Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce que la réalisation du miroir gravé (15) comporte

en outre une étape de dépôt d'un polymère dans les gravures du semi-conducteur non dopé transparent.

1/3

Fig. 1Fig. 2aFig. 2b

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



2/3

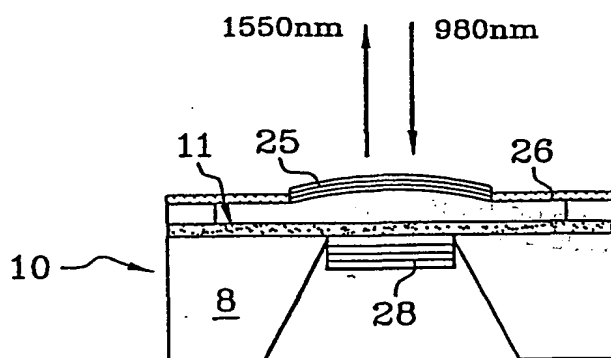


Fig. 3

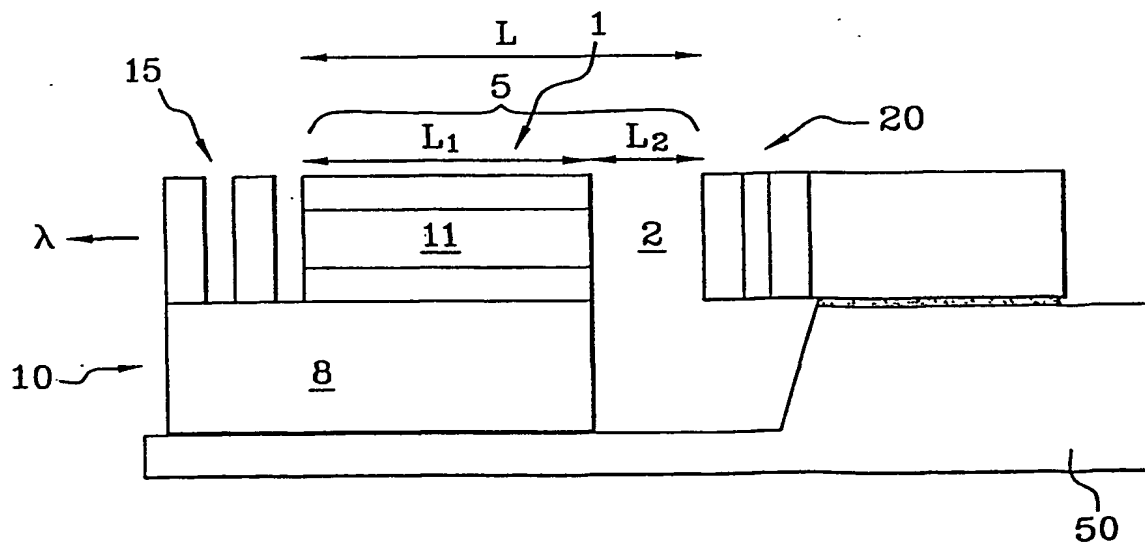
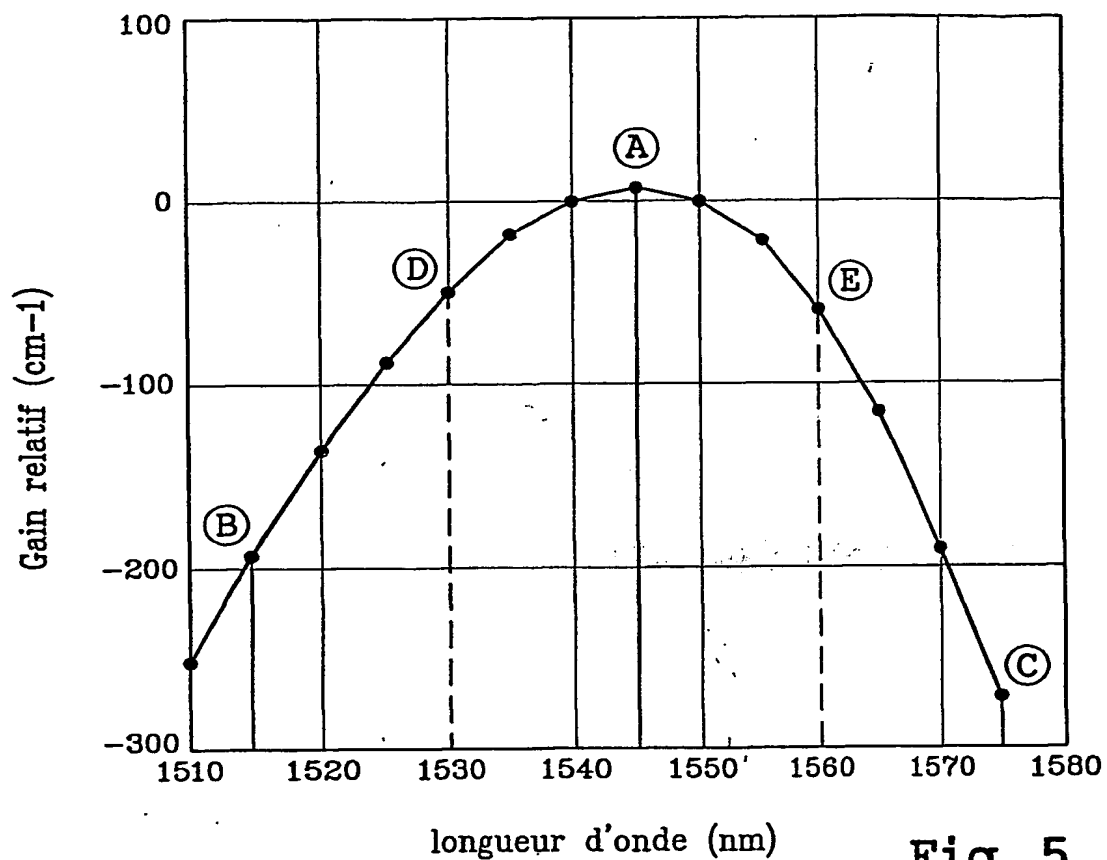
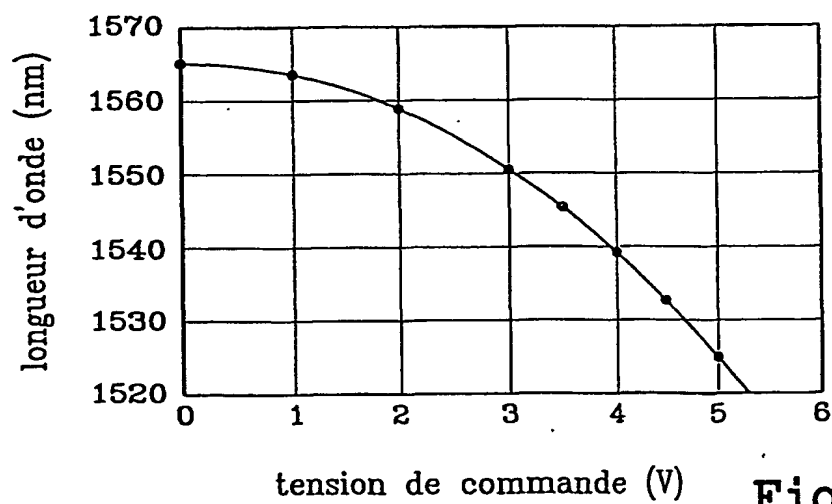


Fig. 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3/3

Fig. 5Fig. 6

**THIS PAGE BLANK**

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
14 février 2002 (14.02.2002)

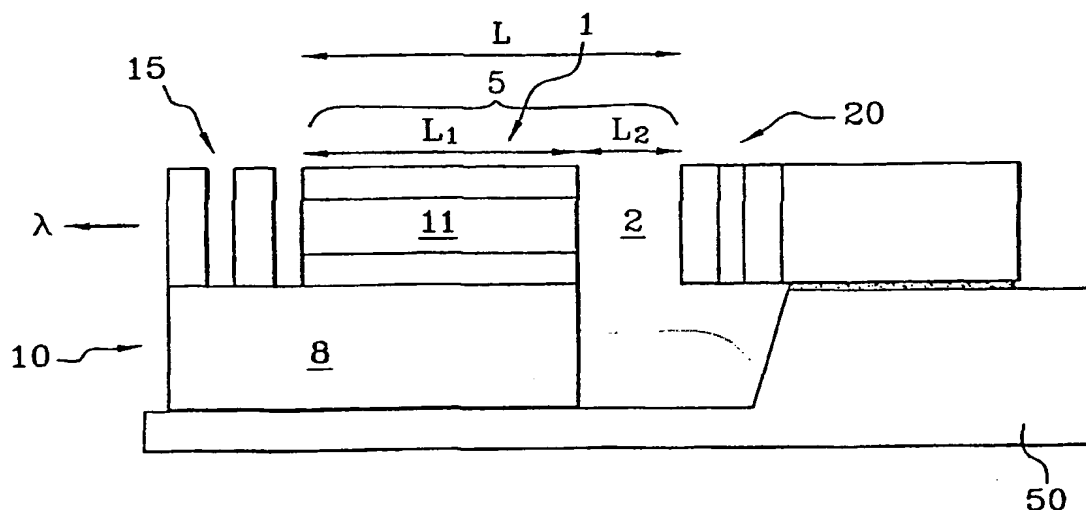
PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 02/13335 A3

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : H01S 5/14 (74) Mandataire : KHAIRALLAH, Murielle; Compagnie Financière Alcatel, 30, avenue Kleber, F-75516 Paris (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR01/02530 (81) États désignés (*national*) : JP, US.
- (22) Date de dépôt international : 2 août 2001 (02.08.2001) (84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 00/10366 4 août 2000 (04.08.2000) FR Publiée : avec rapport de recherche internationale
- (71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : ALCA-TEL [FR/FR]; 54, rue de La Boétie, F-75008 Paris (FR). (88) Date de publication du rapport de recherche internationale: 2 mai 2002
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : JACQUET, Joël [FR/FR]; 33, rue de Hurepoix, F-91470 Limours (FR). En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: EDGE-EMITTING SEMICONDUCTOR TUNABLE LASER

(54) Titre : LASER ACCORDABLE EN SEMI-CONDUCTEUR A EMISSION PAR LA TRANCHE



(57) Abstract: The invention concerns an edge-emitting semiconductor tunable laser (10) comprising a resonant cavity delimited by two reflectors (15, 20) one of which is fixed (15) and the other mobile (20), said cavity consisting of a first active gain section (1) with length  $L_1$  and a second tunable section of length  $L_2$ . The invention is characterised in that the total length of the cavity  $L = L_1 + L_2$  is not more than 20  $\mu\text{m}$ .

(57) Abrégé : L'invention concerne un laser accordable (10) en semi-conducteur à émission par la tranche comportant une cavité résonante délimitée par deux réflecteurs (15, 20) dont un est fixe (15) et l'autre mobile (20), ladite cavité étant composée d'une première section (1) active à gain d'une longueur  $L_1$  et d'une deuxième section (2) de longueur  $L_2$  accordable, caractérisé en ce que la longueur totale de la cavité  $L = L_1 + L_2$  est inférieure ou égale à 20  $\mu\text{m}$ .

WO 02/13335 A3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

FR 01/02530

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01S5/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	UENISHI Y ET AL: "TUNABLE LASER DIODE USING A NICKEL MICROMACHINED EXTERNAL MIRROR" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 32, no. 13, 20 June 1996 (1996-06-20), pages 1207-1208, XP000965745 ISSN: 0013-5194 cited in the application	1-7, 19
A	the whole document ----- -/--	10-17

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 January 2002

Date of mailing of the international search report

25/01/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Claessen, L

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 01/02530

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	BABA T ET AL: "A NOVEL SHORT-CAVITY LASER WITH DEEP-GRATING DISTRIBUTED BRAGG REFLECTORS" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PUBLICATION OFFICE JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, JP, vol. 35, no. 2B, 1 February 1996 (1996-02-01), pages 1390-1394, XP000701047 ISSN: 0021-4922	1-7, 19
A	page 1390, left-hand column, line 25-30; figure 1	20-22
A	US 5 363 397 A (TIWARI SANDIP ET AL) 8 November 1994 (1994-11-08) column 7, line 1-15	1
A	US 4 839 308 A (FYE DONALD M) 13 June 1989 (1989-06-13) column 4, line 52-65	1-22
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 02, 30 January 1998 (1998-01-30) & JP 09 260768 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP &LT;NTT&GT;), 3 October 1997 (1997-10-03) abstract	1
A	"EMBEDDED SEMICONDUCTOR LASER WITH ANTI-REFLECTION COATINGS" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, US, IBM CORP. NEW YORK, vol. 34, no. 5, 1 October 1991 (1991-10-01), pages 141-142, XP000189657 ISSN: 0018-8689 the whole document	1, 6-9, 19-22
A	HOEFLING E ET AL: "EDGE-EMITTING GAINAS-ALGAAS MICROLASERS" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 11, no. 8, August 1999 (1999-08), pages 943-945, XP000860958 ISSN: 1041-1135 paragraph '00II!	1, 6-9, 19-22



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

FR 01/02530

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5363397	A	08-11-1994	JP	2534444 B2	18-09-1996
			JP	6224521 A	12-08-1994
US 4839308	A	13-06-1989	US	4726030 A	16-02-1988
JP 09260768	A	03-10-1997	NONE		

THIS PAGE BLANK (USPTO)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 01/02530

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H01S5/14

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	UENISHI Y ET AL: "TUNABLE LASER DIODE USING A NICKEL MICROMACHINED EXTERNAL MIRROR" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 32, no. 13, 20 juin 1996 (1996-06-20), pages 1207-1208, XP000965745 ISSN: 0013-5194 cité dans la demande	1-7, 19
A	le document en entier --- -/-	10-17

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 janvier 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

25/01/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Claessen, L

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	BABA T ET AL: "A NOVEL SHORT-CAVITY LASER WITH DEEP-GRATING DISTRIBUTED BRAGG REFLECTORS" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PUBLICATION OFFICE JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, JP, vol. 35, no. 2B, 1 février 1996 (1996-02-01), pages 1390-1394, XP000701047 ISSN: 0021-4922	1-7, 19
A	page 1390, colonne de gauche, ligne 25-30; figure 1	20-22
A	--- US 5 363 397 A (TIWARI SANDIP ET AL) 8 novembre 1994 (1994-11-08) colonne 7, ligne 1-15	1
A	--- US 4 839 308 A (FYE DONALD M) 13 juin 1989 (1989-06-13) colonne 4, ligne 52-65	1-22
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 02, 30 janvier 1998 (1998-01-30) & JP 09 260768 A (NIPPON TELEGR & AMP; TELEPH CORP & LT; NTT & GT;), 3 octobre 1997 (1997-10-03) abrégé	1
A	--- "EMBEDDED SEMICONDUCTOR LASER WITH ANTI-REFLECTION COATINGS" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, US, IBM CORP. NEW YORK, vol. 34, no. 5, 1 octobre 1991 (1991-10-01), pages 141-142, XP000189657 ISSN: 0018-8689 le document en entier	1, 6-9, 19-22
A	--- HOEFLING E ET AL: "EDGE-EMITTING GAINAS-AIGAAS MICROLASERS" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 11, no. 8, août 1999 (1999-08), pages 943-945, XP000860958 ISSN: 1041-1135 alinéa '00II!	1, 6-9, 19-22

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

FR 01/02530

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5363397	A	08-11-1994	JP 2534444 B2	18-09-1996
			JP 6224521 A	12-08-1994
US 4839308	A	13-06-1989	US 4726030 A	16-02-1988
JP 09260768	A	03-10-1997	AUCUN	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**